

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
3 juin 2004 (03.06.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/047451 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ : H04N 7/30,
17/00

(72) Inventeurs; et

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/003132

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : MON-
TARD, Nathalie [FR/FR]; 23, rue des Allemands, f-57000
Metz (FR). BAINA, Jamal [FR/FR]; 47, rue Saint Joseph,
F-54250 Champigneulle (FR).

(22) Date de dépôt international :

22 octobre 2003 (22.10.2003)

(74) Mandataires : DE ROQUEMAUREL, Bruno etc.; No-
vagraaf Technologies, 122, rue Edouard Vaillant, F-92593
Levallois Perret Cedex (FR).

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

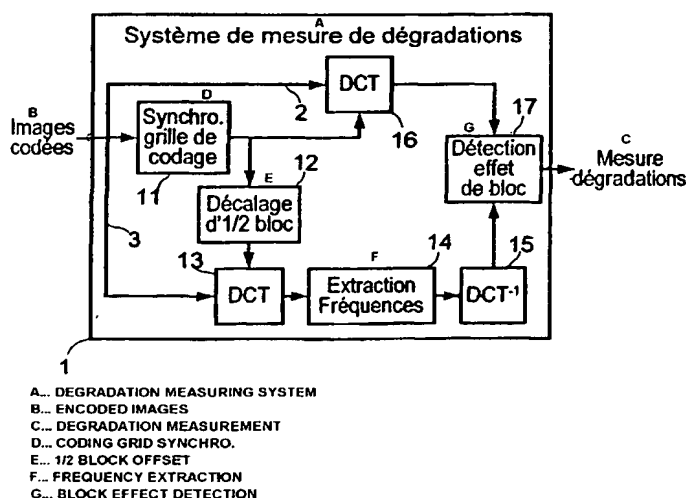
(30) Données relatives à la priorité :

02/14329

15 novembre 2002 (15.11.2002) FR

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : TELED-
IFFUSION DE FRANCE [FR/FR]; 10, rue d'Oradour-
sur-Glane, F-75732 Paris Cedex 15 (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR MEASURING VIDEO IMAGE DEGRADATIONS INTRODUCED BY AN ENCOD-
ING SYSTEM WITH THROUGHPUT REDUCTION(54) Titre : PROCEDE ET SYSTEME DE MESURE DES DEGRADATIONS D'UNE IMAGE VIDEO INTRODUITES PAR UN
CODAGE A REDUCTION DE DEBIT.

(57) Abstract: The invention relates to a method of measuring the degradations in a digitised image, which are introduced during the encoding of said image. The inventive method consists in: retrieving (11) the block decomposition of the image used during the encoding thereof; offsetting (12) the coding grid in relation to the image such as to define an analysis block decomposition of the image, whereby each analysis block covers a boundary between two adjacent blocks; applying a transform calculation (13) to the pixel data of the image which is encoded using the offset coding grid; extracting (14) the transformed coefficients obtained for each analysis block, coefficients which are likely to be affected by a block effect; applying an inverse transform calculation (15) to the extracted transformed coefficients in order to determine the pixel data of each analysis block; and, for each analysis block, calculating (17) a degradation indicator and, subsequently, the degradation of the image from the degradation indicators for each analysis block.

[Suite sur la page suivante]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/047451 A1



(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrége :** Pour mesurer les dégradations d'une image numérisée, introduites lors de son codage, le procédé consiste à : retrouver (11) la décomposition en blocs de l'image, utilisée lors de son codage, décaler (12) la grille de codage par rapport à l'image, de manière à définir une décomposition de l'image en blocs d'analyse, couvrant chacun une frontière entre deux blocs adjacents, appliquer un calcul de transformée (13) aux données de pixels de l'image codée en utilisant la grille de codage décalée, extraire (14) des coefficients transformés obtenus pour chaque bloc d'analyse, des coefficients susceptibles d'être affectés par un effet de bloc, appliquer aux coefficients transformés extraits un calcul de transformée inverse (15) pour déterminer des données de pixels de chaque bloc d'analyse, estimer (17) pour chaque bloc d'analyse un indicateur de dégradation, puis la dégradation de l'image, à partir des indicateurs de dégradation de chaque bloc d'analyse.

PROCEDE ET SYSTEME DE MESURE DES DEGRADATIONS D'UNE
IMAGE VIDEO INTRODUITES PAR UN CODAGE A REDUCTION DE
DEBIT.

5

La présente invention concerne un procédé et un système de mesure des dégradations d'une image vidéo, introduites par un système de codage à réduction de débit.

10 Elle s'applique notamment, mais non exclusivement, au domaine des réseaux de diffusion de signaux audiovisuels numériques à bas débit ou à très bas débit, ainsi qu'au domaine de la production de tels signaux. Elle s'applique en particulier à la surveillance de la qualité de service d'un réseau de diffusion de signaux audiovisuels numériques.

15

La numérisation des signaux vidéo permet de copier, stocker et transmettre ce type d'informations en maintenant une qualité d'image constante. Cependant, la grande quantité d'informations véhiculée par les images vidéo nécessite en pratique l'utilisation de méthodes de compression numérique pour réduire le

20

Une méthode de compression très répandue dans le domaine de la vidéo est décrite dans la norme ISO/CEI 13918 MPEG2. Cet algorithme est dit de type "avec pertes" car l'image restituée après décodage n'est pas identique à
25 l'original. Cet algorithme est basé sur un découpage de l'image en blocs et sur l'application d'une transformée par exemple de type transformée en cosinus discrète aux pixels de chaque bloc, ce qui permet d'obtenir une représentation fréquentielle de l'amplitude de la luminance des pixels sous la forme d'autant de coefficients que de pixels dans le bloc.

30

Afin de maintenir une qualité acceptable pour le téléspectateur final, les algorithmes de compression tiennent compte des propriétés de perception du système de vision humain. Cependant, les contraintes de débit imposées par les systèmes de transmission nécessitent l'application de taux de compression qui
35 influent sur la qualité de l'image perçue par le téléspectateur.

Il s'avère que l'importance des dégradations engendrées par le codage dépend à la fois du taux de compression et de la complexité des images. Ces dégradations

sont d'autant plus importantes que l'image est complexe en ce qui concerne notamment le mouvement d'objets, la luminosité, et la texture.

5 Parmi les dégradations qui apparaissent dans les images à la suite de l'application de la technique de codage MPEG2, on peut citer les erreurs granulaires, les déformations de contours, l'apparition de contours dit "exotiques" et les effets de blocs.

10 Il apparaît donc nécessaire d'évaluer de façon permanente la qualité des images diffusées. Il existe à cet effet des méthodes d'évaluation subjectives, largement utilisées, faisant appel à l'appréciation humaine. Ces méthodes sont toutefois lourdes à mettre en œuvre et ne peuvent pas être utilisées en temps réel sur un réseau de diffusion en fonctionnement.

15 Il existe également des méthodes dites "avec référence" basées sur la comparaison de l'image dont on veut évaluer la qualité avec une image de référence. L'image de référence est en général celle qui correspond à l'image à analyser avant son codage et/ou sa transmission. Cette solution s'avère peu pratique du fait qu'elle nécessite un accès à une ou plusieurs images de
20 référence. En outre, dans le cas où l'image vidéo est transmise, il se pose le problème du transport de l'image de référence vers le lieu de réception de l'image à analyser.

25 D'autres solutions dites "sans référence" permettent d'analyser automatiquement des images sans avoir à effectuer une comparaison avec des images de référence. L'efficacité et la robustesse de chacune de ces solutions résident dans la méthode employée pour mesurer des paramètres relatifs à la qualité de l'image.

30 Certaines de ces solutions sont basées sur une détection de l'effet de bloc effectuée dans le domaine spatial par des calculs de gradients aux frontières des blocs. Pour éviter de confondre la frontière d'un objet de l'image avec un effet de bloc, le gradient est comparé avec des gradients intra bloc. L'effet de bloc est détecté à l'aide d'un critère de décision appliqué au comportement des gradients inter et intra bloc.

35

Ainsi, la société Rohde et Schwarz a développé une méthode de détection d'effet de blocs consistant à calculer pour chaque macro bloc de l'image un vecteur de gradient horizontal, et à calculer une moyenne sur toute l'image de

chaque composante du vecteur. Les variations au cours du temps des composantes de ce vecteur permettent de mettre en évidence des composantes au comportement marginal qui représentent les frontières de blocs dégradées par la transformée du traitement de compression. La détection de ces

5 composantes marginales permet de déterminer un critère de détection d'effet de bloc représentatif de la dégradation de l'image.

Ce principe de calcul de gradient est également décrit dans le brevet FR 2 805 429 déposé par la Demanderesse. Cette demande de brevet décrit un procédé

10 basé sur la combinaison d'une image de gradient binarisée et d'une image de "pseudo vecteurs" de mouvement, calculée à partir d'au moins deux images successives. La combinaison de ces deux images permet d'estimer un taux de faux contours dans l'image, utilisé ensuite pour évaluer une note de qualité.

15 Dans le brevet FR 2 785 116 déposé par la Demanderesse, les gradients calculés sur toute l'image à analyser sont soumis à des filtres psychovisuels qui traduisent l'effet de masquage contextuel. Un taux de frontières de blocs visibles détectés est ensuite calculé en recherchant une pseudo périodicité parmi les gradients de forte valeur, la qualité de l'image étant évaluée sur la base de ce

20 taux.

Il s'avère que les méthodes basées sur le calcul de gradients appliquent des filtres pour ne s'intéresser qu'à un certain type de contenu de l'image : frontières ou hautes fréquences. Ces méthodes ne permettent donc d'analyser

25 qu'une partie de l'information contenue dans l'image. Il en résulte que leur fiabilité en terme de détection des dégradations de l'image se trouve limitée. En outre, les procédés basés sur l'usage des gradients pour l'estimation de frontière ou la détection de contours sur l'image, sont relativement sensibles au bruit, ce qui affecte la fiabilité de l'estimation de la qualité du contenu intrinsèque de

30 l'image.

Par ailleurs, les méthodes basées sur le calcul de moyenne sur l'image entière réduisent de manière drastique l'importance des dégradations localisées dans une partie de l'image, ce qui rend difficile la détection de telles dégradations

35 localisées, et donc affecte la fiabilité de l'évaluation de la qualité de l'image.

Pour réduire ces inconvénients, certaines méthodes prévoient d'analyser plusieurs images successives. Ces méthodes ne sont donc pas exploitables pour

analyser une image isolée hors du cadre de la vidéo.

La présente invention a pour but de supprimer ces inconvénients. Cet objectif est atteint par la prévision d'un procédé de mesure des dégradations d'une image numérisée, introduites par un codage de l'image consistant à décomposer l'image en blocs de codage suivant une grille de codage et à appliquer sur des données de pixels de chaque bloc un traitement de codage faisant intervenir un calcul de transformée par blocs et un calcul de transformée par bloc inverse. Selon l'invention, ce procédé comprend des étapes consistant à :

- 10 – déterminer la grille de codage de l'image codée, afin de retrouver la décomposition en blocs de codage de l'image, utilisée lors du codage de l'image,
- 15 – décaler la grille de codage par rapport à l'image codée, de manière à définir une décomposition de l'image en blocs d'analyse couvrant chacun une frontière entre deux blocs de codage adjacents,
- 20 – appliquer le calcul de transformée par bloc aux données de pixels de l'image codée en utilisant la grille de codage décalée pour obtenir des coefficients transformés pour chaque bloc d'analyse défini par la grille de codage décalée,
- 25 – extraire des coefficients transformés, des coefficients susceptibles d'être affectés par un effet de bloc résultant du codage de l'image,
- appliquer aux coefficients transformés extraits le calcul de transformée par bloc inverse pour déterminer des données de pixels de chaque bloc d'analyse,
- 30 – estimer pour chaque bloc d'analyse un indicateur de dégradation due aux effets de bloc, à partir des données de pixels de l'image codée et des données de pixels de chaque bloc d'analyse, obtenues par le calcul de transformée inverse, et
- déterminer une mesure de dégradation de l'image en faisant la somme des indicateurs de dégradation de chaque bloc d'analyse.

Selon une particularité de l'invention, l'estimation d'un indicateur de dégradation pour chaque bloc d'analyse comprend les étapes consistant à :

- 35 – calculer à partir des données de pixels obtenus pour le bloc d'analyse une moyenne de différences inter pixel au niveau de la frontière inter bloc de la grille de codage, couverte par le bloc d'analyse,
- calculer une moyenne et un écart type portant sur les pixels des deux blocs

- adjacents de la grille de codage, partiellement couverts par le bloc d'analyse,
- calculer un facteur de pondération en fonction de la moyenne et de l'écart type obtenus pour le bloc d'analyse, et
 - calculer une activité spatiale du bloc d'analyse à partir d'activités spatiales déterminées pour chacun des deux blocs adjacents de la grille de codage partiellement couverts par le bloc d'analyse,
- 5 l'indicateur de dégradation du bloc d'analyse étant déterminé en fonction de la moyenne calculée des différences inter pixel, du facteur de pondération et de l'activité spatiale du bloc.

10

Avantageusement, l'indicateur de dégradation d'un bloc d'analyse est obtenu à l'aide de la formule suivante :

$$v_{i,j} = \frac{\Delta I_{i,j} w_{i,j}}{1 + \psi |ACT_{i,j}|}$$

- dans laquelle $\Delta I_{i,j}$ est la moyenne de différences inter pixel au niveau de la frontière inter bloc de la grille de codage, couverte par le bloc d'analyse, $w_{i,j}$ est le facteur de pondération, ψ est une constante prédéfinie, et $ACT_{i,j}$ est l'activité spatiale du bloc d'analyse.

- Selon une autre particularité de l'invention, le calcul de transformée est appliqué aux blocs de codage de l'image codée, les activités spatiales déterminées pour chacun des deux blocs de codage étant obtenues à partir des coefficients transformés de chacun des deux blocs de codage.

- Avantageusement, les activités spatiales déterminées pour chacun des deux blocs de codage sont obtenues à partir des formules suivante :

$$ACT_{i,j}^G = \frac{1}{1 + DC_{i,j}^G} \sqrt{\sum_{\substack{u,v=0 \\ u+v \neq 0}}^7 \left[AC_{i,j}^G(u,v) Nill(u,v) \right]^2}$$

$$ACT_{i,j}^D = \frac{1}{1 + DC_{i,j}^D} \sqrt{\sum_{\substack{u,v=0 \\ u+v \neq 0}}^7 \left[AC_{i,j}^D(u,v) Nill(u,v) \right]^2},$$

- dans lesquelles $DC_{i,j}^G$ et $AC_{i,j}^G(u,v)$, et respectivement $DC_{i,j}^D$ et $AC_{i,j}^D(u,v)$ sont les coefficients transformés de chacun des deux blocs de codage adjacents partiellement couverts par le bloc d'analyse, et $Nill(u,v)$ est une fonction de masquage modélisant un masquage par voisinage.

De préférence, la moyenne et l'écart type calculés pour chaque bloc d'analyse sont déterminés à partir des coefficients transformés de chacun des deux blocs de codage adjacents partiellement couverts par le bloc d'analyse.

- 5 Selon une autre particularité de l'invention, le facteur de pondération est obtenu par la formule suivante :

$$w_{i,j}(\mu_{i,j}, \sigma_{i,j}, \zeta) = \begin{cases} \lambda \ln \left(1 + \frac{\sqrt{\mu_{i,j}}}{1 + \sigma_{i,j}} \right) & \text{si } \mu_{i,j} \leq \zeta \\ \ln \left(1 + \frac{\sqrt{255 - \zeta}}{1 + \sigma_{i,j}} \right) & \text{sinon,} \end{cases}$$

dans laquelle

$$\lambda = \frac{\ln \left(1 + \frac{\sqrt{255 - \zeta}}{1 + \sigma_{i,j}} \right)}{\ln \left(1 + \frac{\sqrt{\zeta}}{1 + \sigma_{i,j}} \right)},$$

- 10 $\mu_{i,j}$ et $\sigma_{i,j}$ sont respectivement la moyenne et l'écart type calculés pour chaque bloc d'analyse, et ζ est un paramètre correspondant au maximum de la sensibilité de l'œil humain.

- 15 Selon encore une autre particularité de l'invention, on effectue une sélection des blocs d'analyse susceptibles de contenir un effet de bloc, préalablement à l'estimation d'un indicateur de dégradation pour chaque bloc d'analyse.

- 20 Avantageusement, la sélection préalable comprend une étape consistant à écarter les blocs d'analyse dont les coefficients de transformés extraits sont supérieurs à un seuil prédéfini.

- 25 De préférence, la sélection préalable comprend une étape consistant à sélectionner les blocs d'analyse ayant, au niveau de la frontière inter bloc de la grille de codage, couverte par le bloc d'analyse, des pixels présentant une énergie représentant une proportion significative de l'énergie du bloc.

- 30 Selon encore une autre particularité de l'invention, le décalage de la grille de codage est effectué horizontalement par rapport à l'image codée.

- Alternativement, le décalage de la grille de codage est effectué verticalement par rapport à l'image codée.

De préférence, le calcul de transformée par blocs est un calcul de transformée en cosinus discrète.

- 5 L'invention concerne également un système de mesure des dégradations d'une image numérisée, introduites par un codage de l'image, comprenant des moyens de calcul pour mettre en œuvre le procédé défini ci-avant.

10 Un mode de réalisation préféré de l'invention sera décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 représente schématiquement le système de mesure selon l'invention, intégré dans une chaîne de traitement d'image ;

15 La figure 2 montre plus en détail le système de mesure représenté sur la figure 1 ;

La figure 3 montre deux blocs de pixels de l'image pour illustrer le procédé selon l'invention ;

La figure 4 montre plus en détail une partie du système représenté sur la figure 2 ;

20 La figure 5 montre une courbe représentant une fonction de pondération utilisée par le procédé selon l'invention ;

La figure 6 montre d'autres courbes illustrant une autre fonction de pondération utilisée par le procédé selon l'invention ;

25 La figure 7 montre des courbes de variation de la mesure de dégradation obtenue conformément au procédé selon l'invention, appliquée à une séquence d'images.

La figure 1 représente un système de mesure 1 de dégradations selon l'invention, qui est destiné à être utilisé comme une sonde susceptible d'être appliquée en tout point d'une chaîne de traitement d'images numériques, telle
30 qu'une chaîne de diffusion ou de production de signal vidéo.

Le système de mesure 1 est plus particulièrement conçu pour mesurer la qualité des images en sortie d'un système de codage 10 à réduction de débit respectant la norme MPEG 2. A cet effet, il se base sur une combinaison de filtrage fréquentiel et temporel.

5

Ce système est applicable à chaque fois qu'il est nécessaire d'identifier des défauts de codage d'un signal vidéo numérique, notamment afin de déterminer le débit convenable pour une séquence d'images donnée, en fonction de la qualité attendue.

10

Le principe de codage selon la norme MPEG 2 consiste à décomposer l'image numérisée en blocs de $N \times N$ pixels (N étant par exemple égal à 8) selon une grille de codage, et d'appliquer à chaque bloc une transformée en cosinus discrète (DCT : Discrete Cosine Transform) permettant de passer du domaine spatial au domaine fréquentiel, puis d'annuler certaines composantes de la transformée correspondant à des fréquences élevées, avant d'appliquer une transformation DCT inverse pour repasser dans le domaine spatial, c'est-à-dire récupérer les pixels du bloc correspondant.

15

20 Le traitement de transformée en cosinus discrète consiste à appliquer à chaque bloc $B_{i,j}$ de $N \times N$ pixels de l'image un calcul de coefficients de transformée AC et DC obtenus à l'aide des formules suivantes :

$$DC_{i,j} = F_{i,j}(0,0) = \frac{2}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f_{i,j}(x,y) \quad (1)$$

$$\text{et} \quad AC_{i,j}(u,v) = F_{i,j}(u,v), \text{ avec } u + v \neq 0 \quad (2)$$

25 dans lesquelles :

$$F_{i,j}(u,v) = \frac{4}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f_{i,j}(x,y) \cos\left(\pi u \left(\frac{2x+1}{2N}\right)\right) \cos\left(\pi v \left(\frac{2y+1}{2N}\right)\right), \quad (3)$$

$f_{i,j}(x,y)$ représente la luminance du pixel au point (x, y) dans le bloc $B_{i,j}$, x et y étant les index de position respectivement horizontale et verticale du pixel dans le bloc $B_{i,j}$, et u et v sont compris entre 1 et $N-1$ et représentent respectivement

30 les index de la fréquence spatiale horizontale et verticale, respectivement, et $c(0) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ et $c(u) = 1$ si $u \neq 0$.

Le traitement inverse de la transformée en cosinus discrète consiste à appliquer aux coefficients $DC_{i,j}$ et $AC_{i,j}(u,v)$ de chaque bloc $B_{i,j}$ la formule suivante :

$$I_{i,j}(x,y) = \frac{4}{N^2} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} c(u)c(v)F_{i,j}(u,v) \cos\left(\pi u \left(\frac{2x+1}{2N}\right)\right) \cos\left(\pi v \left(\frac{2y+1}{2N}\right)\right). \quad (4)$$

Sur la figure 2, le système de mesure 1 comprend un module de synchronisation 11 permettant de synchroniser chaque image codée à traiter avec sa grille de codage, c'est-à-dire la décomposition de l'image en blocs de $N \times N$ pixels. Un exemple de traitement de synchronisation susceptible d'être effectué par ce module est décrit dans la demande de brevet FR 2 769 452 déposée par la Demanderesse. Ce traitement de synchronisation permet en fait de repérer dans l'image la décomposition en blocs utilisée par le traitement précédent de codage effectué par le système 10, et donc de déterminer à quel bloc de codage $B_{i,j}$ appartient chaque pixel de l'image.

L'image codée et sa décomposition en blocs sont appliqués à deux branches de traitement 2, 3, la première branche 2 comprenant un module 16 de transformée en cosinus discrète, et la seconde branche 3 comprenant tout d'abord un module 12 de décalage horizontal d'un demi bloc de la grille de codage par rapport à l'image. La figure 3 illustre ce décalage horizontal d'un demi bloc, en montrant un bloc $B_{i,j}$ de 8×8 pixels décalé horizontalement d'un demi bloc par rapport à la grille de codage illustrée par les blocs 21 et 22 adjacents.

Dans la seconde branche de traitement 3, l'image codée et la grille de décodage décalée en sortie du module de décalage 12 sont appliquées à l'entrée d'un module 13 de transformée en cosinus discrète. Un module d'extraction 14 de fréquences horizontales traite ensuite les coefficients de transformée issus du module 13. Ce module consiste en fait à ne conserver dans le domaine fréquentiel que les fréquences (coefficients $AC_{i,j}(u,v)$ et $DC_{i,j}$) susceptibles de rendre visible un effet de bloc vertical. Dans le cas où $N=8$, on peut ainsi estimer que doivent être conservés uniquement les coefficients $DC_{i,j}$, $AC_{i,j}(u,v)$ tel que :

$$\begin{aligned} 0 &\leq u < 8 \text{ si } v = 0, \\ 2 &\leq u < 8 \text{ si } v = 1, \text{ et} \\ 6 &\leq u < 8 \text{ si } v = 2. \end{aligned}$$

Les coefficients conservés $AC_{i,j}(u,v)$ et $DC_{i,j}$ sont ensuite traités par un module 15 de transformation DCT inverse pour récupérer les informations spatiales $I_{i,j}(x,y) = I(8i+x, 8j+y)$ relatives aux fréquences conservées, obtenues à l'aide de la formule (4). On peut à cet effet se limiter à la quatrième et la cinquième

colonne 24, 25 concernées par l'effet de bloc dû au codage, et qui correspondent à la frontière 23 entre les blocs 21 et 22 de la grille de codage sur la figure 3.

- 5 En sortie de la branche 3, on dispose donc des données de pixel $I(8i+x, 8j+3)$ et $I(8i+x, 8j+4)$ de toute l'image, i et j étant les index des blocs décalés de l'image selon la grille de codage décalée obtenue en sortie du module de décalage 12. En sortie de la branche 2, on dispose des coefficients $DC_{i,j}$ et $AC_{i,j}(u,v)$ de chaque bloc de l'image relatifs à la grille de codage en sortie du module de
- 10 synchronisation 11. Pour chaque bloc $B_{i,j}$ décalé, on dispose des coefficients $DC_{i,j}^G$ et $AC_{i,j}^G(u,v)$ du bloc de gauche et 21 des coefficients $DC_{i,j}^D$ et $AC_{i,j}^D(u,v)$ du bloc de droite 22.

- Les données issues des deux branches de traitement 2 et 3, c'est-à-dire en sortie
- 15 des modules 16 et 15, sont appliquées en entrée d'un module 17 d'évaluation de l'effet de bloc.

Sur la figure 4, les données en entrée du module 17 sont appliquées aux modules suivants :

20

- un module 31 de calcul de moyenne des différences inter pixels à la frontière verticale 23 de chaque paire de blocs adjacents 21, 22 de l'image codée ;
- un module 32 de calcul de moyenne et d'écart type de la luminance de chaque bloc, et

- 25 - un module 34 de calcul de contraste local.

Pour évaluer la moyenne des différences inter pixels sur chaque bloc décalé $B_{i,j}$, le module 31 applique aux données de pixel issues de la seconde branche 3 la formule suivante :

30
$$\Delta_{i,j} = \frac{1}{8} \sum_{k=0}^7 |I(8i+k, 8j+4) - I(8i+k, 8j+3)| \quad (5)$$

La moyenne ainsi calculée décrit en fait le comportement de l'opérateur gradient à la frontière verticale 23 de deux blocs adjacents 21, 22 issus de la grille de codage de l'image.

- 35 Dans le module 32, une moyenne $\mu_{i,j}$ et un écart-type $\sigma_{i,j}$ de luminance sont estimés pour chaque bloc $B_{i,j}$ sur les deux blocs adjacents 21, 22 correspondants

de la grille de codage. On pourra par exemple utiliser les coefficients AC et DC des blocs de codage dans le domaine DCT fournis par la première branche 2 selon les formules suivantes :

$$5 \quad \mu_{i,j} = \frac{1}{2} (DC_{i,j}^G + DC_{i,j}^D) \quad (6)$$

et

$$\sigma_{i,j} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{1}{63} \sum_{\substack{u,v=0 \\ u+v \neq 0}}^7 [AC_{i,j}^G(u,v)]^2} + \sqrt{\frac{1}{63} \sum_{\substack{u,v=0 \\ u+v \neq 0}}^7 [AC_{i,j}^D(u,v)]^2} \right) \quad (7)$$

- 10 Bien entendu, la moyenne $\mu_{i,j}$ et l'écart type $\sigma_{i,j}$ peuvent également être obtenus directement à partir des pixels des blocs 21, 22 correspondant à chaque bloc $B_{i,j}$, à l'aide de formules classiques de calcul de moyenne et d'écart type.

- 15 Les moyennes et écarts types calculés par le module 32 sont ensuite appliqués à un module 33 de calcul d'un facteur de pondération $w_{i,j}(\mu_{i,j}, \sigma_{i,j}, \zeta)$ pour chaque bloc $B_{i,j}$. Pour calculer ce facteur de pondération, le module 33 applique la fonction de pondération définie par la formule suivante :

$$w_{i,j}(\mu_{i,j}, \sigma_{i,j}, \zeta) = \begin{cases} \lambda \ln \left(1 + \frac{\sqrt{\mu_{i,j}}}{1 + \sigma_{i,j}} \right) & \text{si } \mu_{i,j} \leq \zeta \\ \ln \left(1 + \frac{\sqrt{255 - \zeta}}{1 + \sigma_{i,j}} \right) & \text{sinon,} \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{où} \quad \lambda = \frac{\ln \left(1 + \frac{\sqrt{255 - \zeta}}{1 + \sigma_{i,j}} \right)}{\ln \left(1 + \frac{\sqrt{\zeta}}{1 + \sigma_{i,j}} \right)} \quad (9)$$

20

et ζ est un paramètre correspondant au maximum de la sensibilité de l'œil.

- Cette fonction de pondération est décrite dans la publication "A Generalized Block-Edge Impairment Metric for Video Coding" de H.R. Wu et M. Yuen, IEEE Signal Processing Letters, Vol. 4, N°11, Novembre 1997. Toutefois, la
- 25 fonction de pondération décrite dans cette publication présente une discontinuité au point $\mu_{i,j} = \zeta$ lorsque l'écart type $\sigma_{i,j}$ est non nul. Cette fonction a donc été adaptée par le procédé selon l'invention pour être continue en ce point.

La figure 5 illustre cette fonction de pondération sous la forme d'une courbe 41 en fonction du niveau de gris ou de la luminance moyenne μ_{ij} des pixels du bloc, dans le cas où ζ est choisi égal à 81, ce qui correspond au maximum de la 5 sensibilité de l'œil humain, et où σ est égal à 20.

Le calcul du contraste local effectué par le module 34 consiste à estimer l'activité spatiale $ACT_{i,j}$ de chaque bloc $B_{i,j}$ dans le domaine transformée, à partir des coefficients $DC_{i,j}$ et $AC_{i,j}$, les coefficients $AC_{i,j}$ étant pondérés par une 10 fonction de masquage pour modéliser le masquage par le voisinage. L'activité spatiale $ACT_{i,j}$ de chaque bloc $B_{i,j}$ est ainsi estimée en appliquant la formule suivante :

$$ACT_{i,j} = \frac{1}{2}(ACT_{i,j}^G + ACT_{i,j}^D) \quad (10)$$

où $ACT_{i,j}^G = \frac{1}{1+DC_{i,j}^G} \sqrt{\sum_{\substack{u,v=0 \\ u+v \neq 0}}^7 [AC_{i,j}^G(u,v)Nill(u,v)]^2}$ (11)

15 et $ACT_{i,j}^D = \frac{1}{1+DC_{i,j}^D} \sqrt{\sum_{\substack{u,v=0 \\ u+v \neq 0}}^7 [AC_{i,j}^D(u,v)Nill(u,v)]^2}$, (12)

dans laquelle $Nill(u,v)$ est la fonction de masquage qui est par exemple celle décrite dans le document "A Visual Model Weighted Cosine Transform for Image Compression and Quality Assessment", de N. B. Nill, IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-33, N° 6, Juin 1985.

20

Dans ce document, la fonction de masquage, est donnée par la formule suivante :

$$Nill(u,v) = A(\omega)H(\omega) \quad (13)$$

où $\omega = \sqrt{u^2 + v^2}$ représente la fréquence radiale exprimée en cycles par degré (u 25 et $v \in [0, N-1]$),

$$A(\omega) = \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{\pi^2} \left[\ln \left(\frac{2\pi\omega}{\alpha} + \sqrt{\frac{4\pi^2\omega^2}{\alpha^2} + 1} \right) \right]^2}, \quad (14)$$

$$H(\omega) = (0.31 + 0.69\omega)e^{-0.29\omega}, \quad (15)$$

et α est communément égal à $11,636 \text{ deg}^{-1}$ pour un traitement de la luminance sur 8 bits.

30

La figure 6 illustre cette fonction de pondération en représentant en fonction de la fréquence spatiale ω , la courbe 43 de variation de $H(\omega)$, la courbe 44 de variation de $A(\omega)$ et la courbe 45 de variation de la fonction $Nill(\omega)$.

- 5 Dans les formules (11) et (12), la normalisation par le coefficient DC permet de considérer l'adéquation au contraste local, conformément à la loi de Weber, et l'unité est ajoutée au dénominateur pour que la fonction soit continue en zéro.

- Les résultats des calculs effectués par les modules 31, 33 et 34 sont enfin
10 appliqués à un module 35 d'évaluation de la dégradation v de l'image du fait de l'effet de bord résultant du codage. Pour estimer une mesure de dégradation d'image, ce module effectue le calcul suivant :

$$v = \sum_{i,j} v_{i,j} \quad (16)$$

où :

$$v_{i,j} = \frac{\Delta I_{i,j} w_{i,j} (\mu_{i,j} \sigma_{i,j} \zeta)}{1 + \psi |ACT_{i,j}|} \quad (17)$$

- 15 représente l'impact des effets de bloc sur le bloc $B_{i,j}$ et ψ est une constante déterminée expérimentalement qui permet d'ajuster l'importance attribuée à l'activité spatiale par rapport à la moyenne pondérée des différences inter pixels.

- En fait, la mesure de dégradation v estimée par ce module correspond à un
20 indicateur de visibilité par l'œil humain des dégradations dues à l'effet de bloc.

La figure 7 montre sous la forme de courbes 46, 47, 48, les variations de cette mesure en fonction du numéro d'image dans une séquence d'images vidéo, respectivement pour des débits de 9, 6 et 4 Mbits/s.

25

Ces courbes montrent que les dégradations des images sont amplifiées au fur et à mesure que l'on réduit le débit. Le codage grossier par quantification des coefficients DCT provoque donc l'apparition de l'effet de bloc. La partie de la séquence d'images où la mesure de dégradation est élevée correspond à des
30 images dont le contenu spatial et temporel évolue brutalement.

- Pour optimiser les traitements effectués par le module 17, on peut soumettre les données de bloc en entrée à une sélection à l'aide d'un module de sélection des blocs $B_{i,j}$ susceptibles de contenir un effet de bloc. A cet effet, ce module
35 compare l'énergie des colonnes centrales 24 et 25 de chaque bloc $B_{i,j}$ avec

l'énergie du bloc. Le bloc est retenu pour l'estimation de la dégradation si l'énergie des colonnes 24 et 25 représente une proportion significative, par exemple supérieure à 25%, de l'énergie du bloc. Avant d'effectuer cette sélection, on peut également écarter les blocs dont les coefficients DCT retenus
5 par le module d'extraction 14 sont inférieurs à un seuil prédéfini, par exemple voisin de zéro.

Il est à noter que le traitement qui vient d'être décrit est conçu pour détecter un effet de bloc vertical. Bien entendu, ce traitement peut être modifié d'une
10 manière évidente pour détecter un effet de bloc horizontal. Il suffit pour cela d'effectuer dans le module 12 un décalage vertical d'un demi bloc, puis de sélectionner dans le module 14 d'extraction de fréquences, les fréquences susceptibles d'être affectées par un effet de bloc horizontal, et enfin de ne
15 conserver parmi les pixels reconstitués dans le module 15 que les pixels des quatrièmes et cinquièmes lignes du bloc décalé correspondant à la frontière horizontale entre les deux blocs non décalés adjacents, correspondant au bloc décalé.

On pourrait également effectuer en parallèle des traitements de détection
20 d'effets de bloc verticaux et horizontaux et d'utiliser conjointement les résultats fournis par ces deux traitements dans le module 35 par exemple.

Après comparaison des mesures objectives obtenues par le procédé et le système selon l'invention, aux notations effectuées lors de tests subjectifs par
25 des panels de personnes représentatives, on peut remarquer une forte corrélation entre les mesures objectives et les mesures subjectives, ce qui assure de l'efficacité du procédé et système selon l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de mesure des dégradations d'une image numérisée, introduites par un codage de l'image consistant à décomposer l'image en blocs de codage suivant une grille de codage et à appliquer sur des données de pixels de chaque bloc un traitement de codage faisant intervenir un calcul de transformée par blocs et un calcul de transformée par bloc inverse, caractérisé en ce qu'il comprend des étapes consistant à :
- déterminer (11) la grille de codage de l'image codée, afin de retrouver la décomposition en blocs de codage de l'image, utilisée lors du codage de l'image,
 - décaler (12) la grille de codage par rapport à l'image codée, de manière à définir une décomposition de l'image en blocs d'analyse (B_{ij}), couvrant chacun une frontière (23) entre deux blocs de codage (21, 22) adjacents,
 - appliquer (13) le calcul de transformée par bloc aux données ($f_{ij}(x,y)$) de pixels de l'image codée en utilisant la grille de codage décalée pour obtenir des coefficients transformés (DC_{ij} , $AC_{ij}(u,v)$) pour chaque bloc d'analyse (B_{ij}) défini par la grille de codage décalée,
 - extraire (14) des coefficients transformés, des coefficients susceptibles d'être affectés par un effet de bloc résultant du codage de l'image,
 - appliquer (15) aux coefficients transformés extraits le calcul de transformée par bloc inverse pour déterminer des données ($I_{ij}(x,y)$) de pixels de chaque bloc d'analyse,
 - estimer (17) pour chaque bloc d'analyse un indicateur (v_{ij}) de dégradation due aux effets de bloc, à partir des données ($f_{ij}(x,y)$) de pixels de l'image codée et des données de pixels ($I_{ij}(x,y)$) de chaque bloc d'analyse, obtenues par le calcul de transformée inverse, et
 - déterminer (17) une mesure de dégradation (v) de l'image à partir des indicateurs de dégradation (v_{ij}) de chaque bloc d'analyse.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'estimation d'un indicateur de dégradation (v_{ij}) pour chaque bloc d'analyse (B_{ij}) comprend les étapes consistant à :
- calculer à partir des données ($I_{ij}(x,y)$) de pixels obtenus pour le bloc d'analyse une moyenne de différences inter pixel (ΔI_{ij}) au niveau de la frontière (23) inter bloc de la grille de codage, couverte par le bloc d'analyse,
 - calculer une moyenne (μ_{ij}) et un écart type (σ_{ij}) portant sur les pixels des deux blocs (21, 22) adjacents de la grille de codage, partiellement couverts

par le bloc d'analyse,

- calculer un facteur de pondération ($w_{i,j}$) en fonction de la moyenne et de l'écart type obtenus pour le bloc d'analyse, et
- calculer une activité spatiale ($ACT_{i,j}$) du bloc d'analyse à partir d'activités spatiales ($ACT_{i,j}^G, ACT_{i,j}^D$) déterminées pour chacun des deux blocs (21, 22) adjacents de la grille de codage partiellement couverts par le bloc d'analyse, l'indicateur de dégradation du bloc d'analyse étant déterminé en fonction de la moyenne calculée des différences inter pixel, du facteur de pondération et de l'activité spatiale du bloc.

10

3. Procédé selon la revendication 2,

caractérisé en ce que l'indicateur de dégradation d'un bloc d'analyse est obtenu à l'aide de la formule suivante :

$$v_{i,j} = \frac{\Delta I_{i,j} w_{i,j}}{1 + \psi |ACT_{i,j}|}$$

- 15 dans laquelle $\Delta I_{i,j}$ est la moyenne de différences inter pixel au niveau de la frontière (23) inter bloc de la grille de codage, couverte par le bloc d'analyse, $w_{i,j}$ est le facteur de pondération, ψ est une constante prédéfinie, et $ACT_{i,j}$ est l'activité spatiale du bloc d'analyse.

20

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3,

caractérisé en ce que le calcul de transformée est appliqué aux blocs de codage de l'image codée, les activités spatiales ($ACT_{i,j}^G, ACT_{i,j}^D$) déterminées pour chacun des deux blocs de codage (21, 22) étant obtenues à partir des coefficients transformés ($DC_{i,j}, AC_{i,j}(u,v)$) de chacun des deux blocs de codage.

25

5. Procédé selon la revendication 4,

caractérisé en ce que les activités spatiales ($ACT_{i,j}^G, ACT_{i,j}^D$) déterminées pour chacun des deux blocs de codage (21, 22) sont obtenues à partir des formules suivantes :

30

$$ACT_{i,j}^G = \frac{1}{1 + DC_{i,j}^G} \sqrt{\sum_{\substack{u,v=0 \\ u+v \neq 0}}^7 [AC_{i,j}^G(u,v) \text{Null}(u,v)]^2}$$

$$ACT_{i,j}^D = \frac{1}{1 + DC_{i,j}^D} \sqrt{\sum_{\substack{u,v=0 \\ u+v \neq 0}}^7 [AC_{i,j}^D(u,v) \text{Null}(u,v)]^2},$$

dans lesquelles $DC_{i,j}^G$ et $AC_{i,j}^G(u,v)$ et respectivement $DC_{i,j}^D$ et $AC_{i,j}^D(u,v)$ sont les coefficients transformés de chacun des deux blocs de codage adjacents (21, 22) partiellement couverts par le bloc d'analyse, et $Nill(u,v)$ est une fonction de masquage modélisant un masquage par voisinage.

5

6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la moyenne ($\mu_{i,j}$) et l'écart type ($\sigma_{i,j}$) calculés pour chaque bloc d'analyse ($B_{i,j}$) sont déterminés à partir des coefficients transformés ($DC_{i,j}$, $AC_{i,j}(u,v)$) de chacun des deux blocs de codage (21, 22) adjacents partiellement couverts par le bloc d'analyse.

10

7. Procédé selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que le facteur de pondération ($w_{i,j}$) est obtenu par la formule suivante :

$$w_{i,j}(\mu_{i,j}, \sigma_{i,j}, \zeta) = \begin{cases} \lambda \ln \left(1 + \frac{\sqrt{\mu_{i,j}}}{1 + \sigma_{i,j}} \right) & \text{si } \mu_{i,j} \leq \zeta \\ \ln \left(1 + \frac{\sqrt{255 - \zeta}}{1 + \sigma_{i,j}} \right) & \text{sin on,} \end{cases}$$

15

$$\text{où } \lambda = \frac{\ln \left(1 + \frac{\sqrt{255 - \zeta}}{1 + \sigma_{i,j}} \right)}{\ln \left(1 + \frac{\sqrt{\zeta}}{1 + \sigma_{i,j}} \right)}$$

où

$\mu_{i,j}$ et $\sigma_{i,j}$ sont respectivement la moyenne et l'écart type calculés pour chaque bloc d'analyse ($B_{i,j}$), et ζ est un paramètre correspondant au maximum de la sensibilité de l'œil humain.

20

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que préalablement à l'estimation d'un indicateur de dégradation $v_{i,j}$ pour chaque bloc d'analyse ($B_{i,j}$), on effectue une sélection des blocs d'analyse susceptibles de contenir un effet de bloc.

25

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la sélection préalable comprend une étape consistant à écarter les blocs d'analyse ($B_{i,j}$) dont les coefficients de transformés extraits sont supérieurs à un seuil prédéfini.

30

10. Procédé selon la revendication 8 ou 9,
caractérisé en ce que la sélection préalable comprend une étape consistant à
sélectionner les blocs d'analyse (B_{ij}) ayant, au niveau de la frontière inter bloc
(23) de la grille de codage, couverte par le bloc d'analyse, des pixels ($I_{ij}(x,y)$)
5 présentant une énergie représentant une proportion significative de l'énergie du
bloc.

11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10,
caractérisé en ce que le décalage de la grille de codage est effectué
10 horizontalement par rapport à l'image codée.

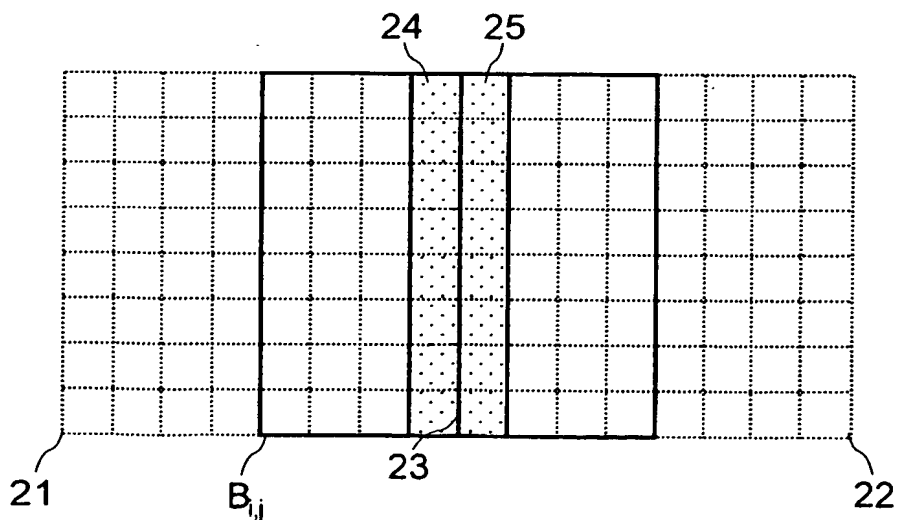
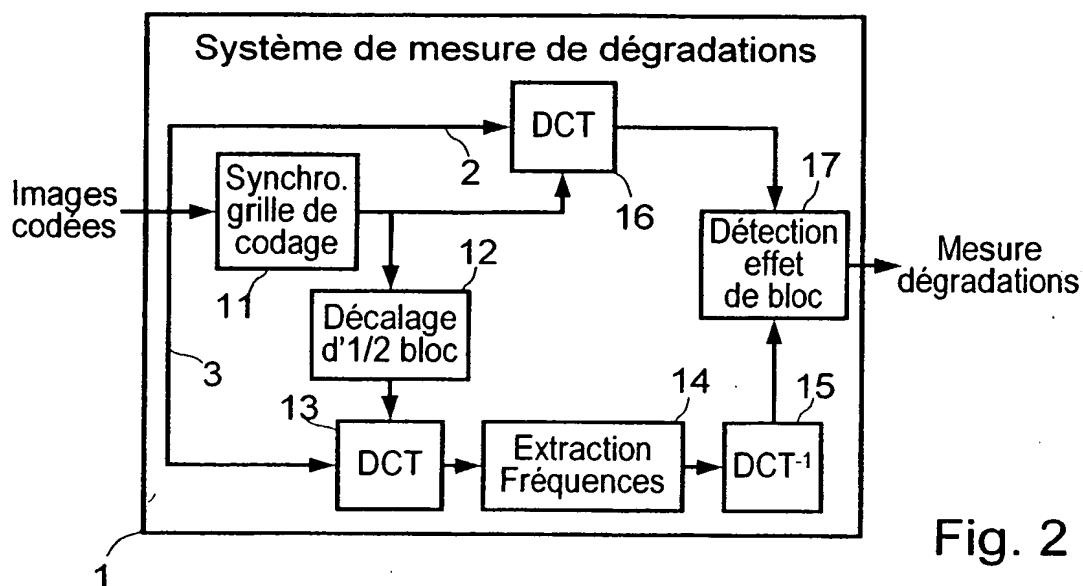
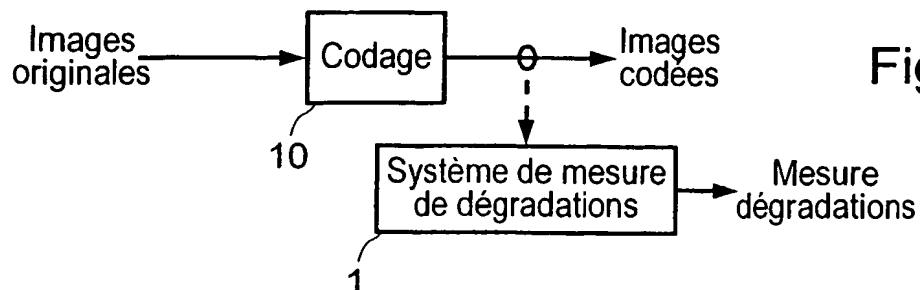
12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11,
caractérisé en ce que le décalage de la grille de codage est effectué
verticalement par rapport à l'image codée.
15

13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12,
caractérisé en ce que le calcul de transformée par blocs est un calcul de
transformée en cosinus discrète.

20 14. Système de mesure des dégradations d'une image numérisée,
introduites par un codage de l'image,
caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de calcul pour mettre en œuvre le
procédé selon l'une des revendications 1 à 13.

25

1/3





2/3

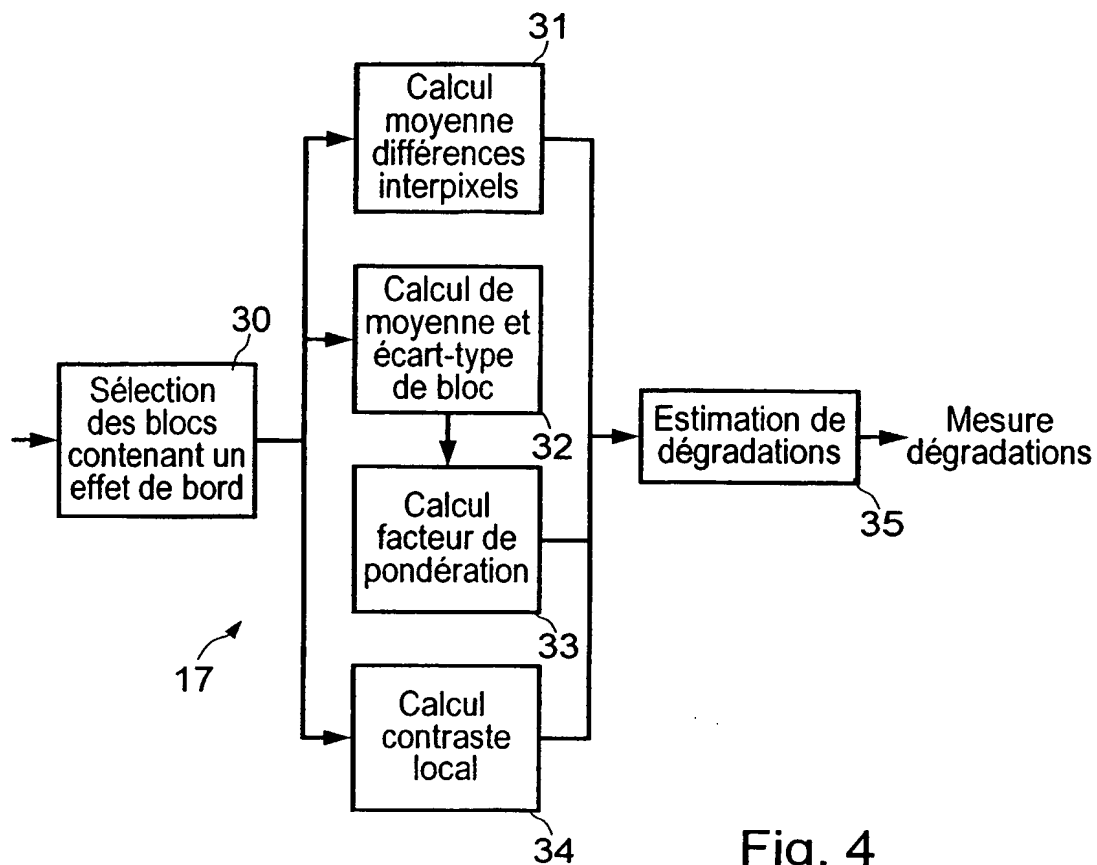


Fig. 4

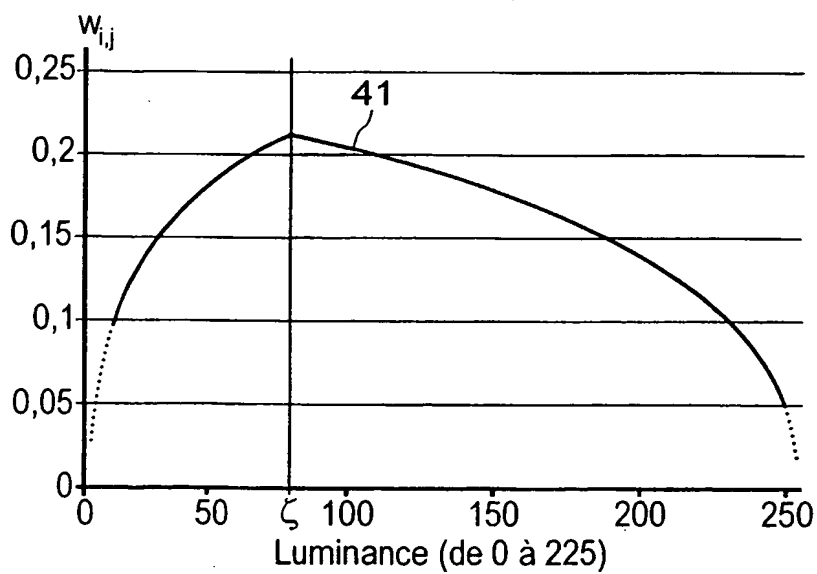


Fig. 5



3/3

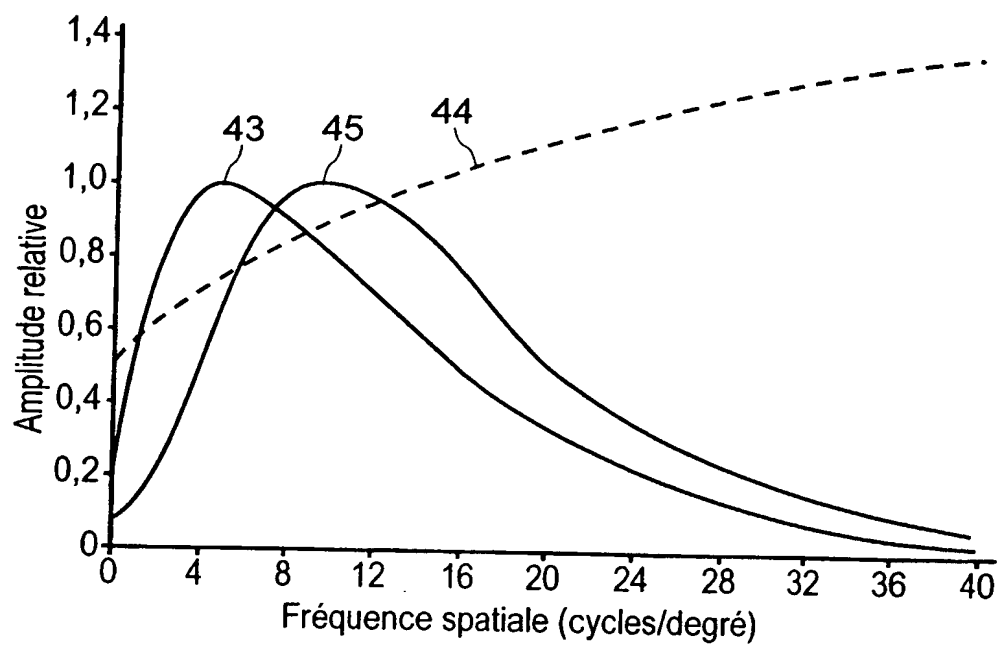


Fig. 6

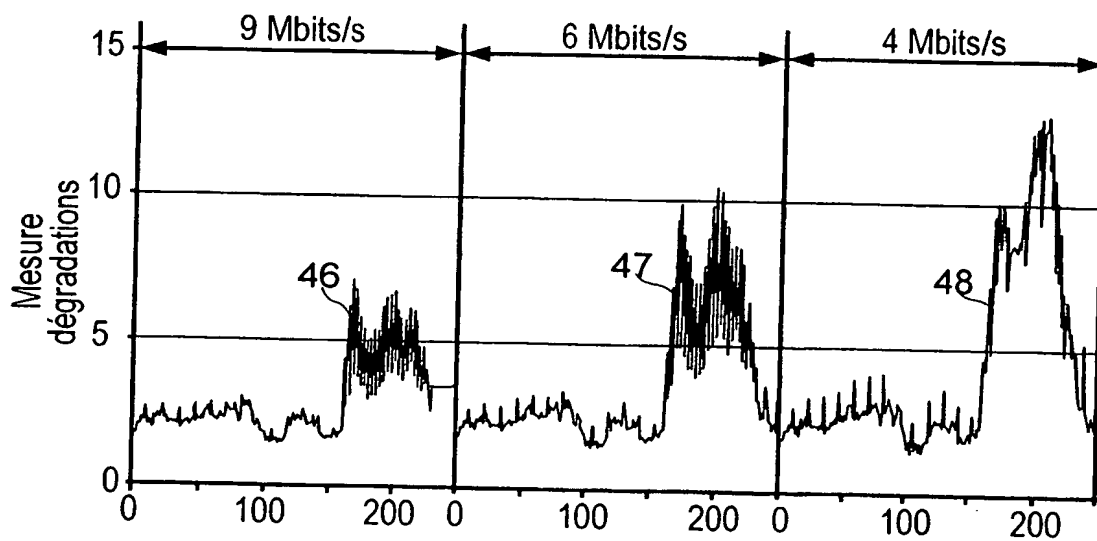


Fig. 7



11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT 03/03132

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04N7/30 H04N17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 111 928 A (TEKTRONIX INC) 27 June 2001 (2001-06-27) the whole document	1
A	paragraph '0016!	11-14
A	FR 2 769 452 A (TELEDIFFUSION FSE) 9 April 1999 (1999-04-09) cited in the application the whole document	1
A	FR 2 769 453 A (TELEDIFFUSION FSE) 9 April 1999 (1999-04-09) page 22 -page 23; figure 2	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 March 2004

Date of mailing of the international search report

07/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schneiderlin, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/03132

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1111928	A	27-06-2001	US 6437821 B1	20-08-2002
			CN 1309506 A	22-08-2001
			EP 1111928 A1	27-06-2001
			JP 2001218233 A	10-08-2001
<hr/>				
FR 2769452	A	09-04-1999	FR 2769452 A1	09-04-1999
			CA 2306404 A1	15-04-1999
			DE 69804335 D1	25-04-2002
			DE 69804335 T2	14-11-2002
			EP 1020081 A1	19-07-2000
			WO 9918733 A1	15-04-1999
			JP 2001519630 T	23-10-2001
<hr/>				
FR 2769453	A	09-04-1999	FR 2769453 A1	09-04-1999
			CA 2305493 A1	15-04-1999
			DE 69805642 D1	04-07-2002
			DE 69805642 T2	06-02-2003
			EP 1020085 A1	19-07-2000
			WO 9918736 A1	15-04-1999
			JP 2001519632 T	23-10-2001
<hr/>				

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/03/03132

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04N7/30 H04N17/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H04N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 111 928 A (TEKTRONIX INC) 27 juin 2001 (2001-06-27) le document en entier	1
A	alinéa '0016!	11-14
A	FR 2 769 452 A (TELEDIFFUSION FSE) 9 avril 1999 (1999-04-09) cité dans la demande le document en entier	1
A	FR 2 769 453 A (TELEDIFFUSION FSE) 9 avril 1999 (1999-04-09) page 22 -page 23; figure 2	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

G document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

25 mars 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/04/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Schneiderlin, J

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

P R 03/03132

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1111928	A	27-06-2001	US 6437821 B1	20-08-2002
			CN 1309506 A	22-08-2001
			EP 1111928 A1	27-06-2001
			JP 2001218233 A	10-08-2001
<hr/>				
FR 2769452	A	09-04-1999	FR 2769452 A1	09-04-1999
			CA 2306404 A1	15-04-1999
			DE 69804335 D1	25-04-2002
			DE 69804335 T2	14-11-2002
			EP 1020081 A1	19-07-2000
			WO 9918733 A1	15-04-1999
			JP 2001519630 T	23-10-2001
<hr/>				
FR 2769453	A	09-04-1999	FR 2769453 A1	09-04-1999
			CA 2305493 A1	15-04-1999
			DE 69805642 D1	04-07-2002
			DE 69805642 T2	06-02-2003
			EP 1020085 A1	19-07-2000
			WO 9918736 A1	15-04-1999
			JP 2001519632 T	23-10-2001
<hr/>				

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)